

10/539099
JC17 Rec'd PCT/PTO 15 JUN 2005SI/cs 021321WO
16. September 2003**Verfahren zum Herstellen eines Stahlprodukts**

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Herstellen eines Stahlprodukts, das eine hohe Streckgrenze aufweist. Bei dem erfindungsgemäßen Produkt kann es sich insbesondere um ein Stahlblech oder Stahlband handeln.

Ein für die Herstellung von Karosseriebauteilen und den Tieftemperatureinsatz verwendeter Leichtstahl ist aus der DE 197 27 759 C2 bekannt. Er enthält neben Fe 10 % bis 30 % Mn, 1 % bis 8 % Al und 1 bis 6 % Si, wobei die Summe der Gehalte an Al und Si 12 % nicht überschreitet. In diesem bekannten Stahl ist Kohlenstoff allenfalls im Verunreinigungsbereich enthalten.

Beim aus der DE 199 00 199 A1 bekannten Leichtbaustahl ist dagegen Kohlenstoff als optionales Legierungselement vorgesehen. Der bekannte Leichtstahl weist > 7 % bis 27 % Mn, > 1 % bis 10 % Al, > 0,7 % bis 4 % Si, < 0,5 % C, < 10 % Cr, < 10 % Ni und < 0,3 % Cu auf. Des weiteren können in dem Stahl N, V, Nb, Ti, P enthalten sein, wobei die Summe dieser Elemente 2 % nicht überschreiten darf.

Stähle der voranstehend erläuterten Art weisen TWIP-Eigenschaften ("TWIP" = "Twinning Induced Plasticity") auf. Diese Eigenschaft bedeutet, dass sie eine hohe Duktilität bei gleichzeitig guter Festigkeit und geringem Gewicht besitzen. Dementsprechend kann für TWIP-Leichtbaustähle ein extrem hohes Produkt aus Zugfestigkeit und Dehnung ermittelt werden. Bei aus bekannten TWIP-Leichtbaustählen

erzeugten Stahlblechen liegt die Mindeststreckgrenze üblicherweise im Bereich von 260 bis 330 MPa.

Noch höhere Streckgrenzen bei gleichzeitig guter Verformbarkeit können beispielsweise bei TRIP-Stählen ("TRIP" = "Transformation Induced Plasticity") oder bei Stählen erzielt werden, bei denen TWIP- und TRIP-Eigenschaften gemischt vorliegen. Alle Varianten von bekannten aus Leichtbaustählen dieser Art erzeugten Bleche weisen allerdings dann, wenn sie Streckgrenzen von mehr als 330 MPa besitzen, spezifische Eigenschaftsnachteile auf. So können z.B. Streuungen der Spröd-Duktil-Übergangstemperatur, Temperaturabhängigkeiten der Eigenschaften oder ein anisotropes Verformungsverhalten auftreten.

Die Aufgabe der Erfindung bestand daher darin, ein Verfahren zu nennen, das die zuverlässige Herstellung von Stahlprodukten aus einem Leichtstahl ermöglicht, die auch bei hohen Streckgrenzen ein isotropes Verformungsverhalten aufweisen und tieftemperaturduktile sind.

Diese Aufgabe wird durch ein Verfahren zum Herstellen eines Stahlprodukts, insbesondere eines Stahlblechs oder -bands, gelöst,

- bei dem aus einem Stahl, der (in Gewichts-%):

C:	≤ 1,00 %,
Mn:	7,00 - 30,00 %,
Al:	1,00 - 10,00 %,
Si:	> 2,50 - 8,00 %,
Al + Si:	> 3,50 - 12,00 %,
B:	< 0,01 %,
Ni:	< 8,00 %,

Cu:	< 3,00 %,
N:	< 0,60 %,
Nb:	< 0,30 %,
Ti:	< 0,30 %,
V:	< 0,30 %,
P:	< 0,01 %

und als Rest Eisen und unvermeidbare Verunreinigungen enthält, ein Stahlband oder -blech erzeugt wird,

- aus dem anschließend durch eine mit einem Kaltverformungsgrad von 2 % bis 25 % erfolgende Kaltverformung das Stahlprodukt fertig hergestellt wird.

Gemäß der Erfindung werden hohe Streckgrenzen der fertigen Stahlprodukte durch einen Kaltverformungsprozess eingestellt, dem das Stahlband unterzogen wird, nachdem es die üblichen Schritte der Stahlbandherstellung durchlaufen hat. Ausgehend von Leichtstählen der erfindungsgemäß vorgegebenen Zusammensetzung lassen sich sowohl aus Warmbändern als auch aus Kaltbändern in erfindungsgemäßer Weise Produkte herstellen, die hohe Streckgrenzen bei gleichzeitig guter Verformbarkeit besitzen. Wesentlich ist dabei, dass die Kaltverformung mit ausreichenden Verformungsgraden zum Abschluss der Herstellung des Warm- oder Kaltbandes durchgeführt wird.

Die erfindungsgemäße Kaltverformung kann beispielsweise durch Nachwalzen oder Streckbiegerichten des Stahlblechs oder -bands durchgeführt werden. In diesen Fällen handelt es sich bei dem erfindungsgemäß hergestellten Produkt um ein Stahlblech oder -band, dessen Streckgrenze regelmäßig oberhalb von 330 MPa liegt.

Diesen Mindestwert ebenfalls sicher einhaltende Streckgrenzen lassen sich auch dadurch erreichen, dass die erfindungsgemäß durchgeführte Kaltverformung Teil eines Prozesses zur Herstellung einer fertigen Bauteilform ist. So lässt sich die im letzten Schritt des erfindungsgemäßen Verfahrens absolvierte Kaltverformung beispielsweise auch als Tiefziehen, Streckziehen oder Hydroforming durchführen. Wesentlich ist dabei lediglich, dass ein ausreichender Verformungsgrad erzielt wird, der über dem beim konventionellen Dressieren üblichen Verformungsgrad liegt.

Überraschend hat sich gezeigt, dass ausgehend von der erfindungsgemäß verwendeten Stahllegierung durch die zum Abschluss des Herstellverfahrens, ohne nachfolgende nochmalige Glühung, durchgeführte Kaltverformung eine deutliche Erhöhung der Streckgrenzen eintritt, ohne dass es dadurch zu entscheidenden Einbußen der Isotropie oder der Duktilität des Werkstoffs kommt. So zeichnen sich erfindungsgemäß erzeugte Produkte, insbesondere Bleche oder Bänder, durch eine optimale Kombination aus Bruchdehnung und Streckgrenze aus. Zusätzlich weisen sie TWIP-Eigenschaften auf. Sie sind als solche herkömmlich erzeugten und zusammengesetzten Leichtstahlprodukten deutlich überlegen. Mit dem erfindungsgemäßen Verfahren ist es somit möglich, auf einfache Weise Leichtstahlprodukte mit höchsten Streckgrenzen herzustellen, die sich durch eine gute Verformbarkeit bei geringem Gewicht auszeichnen.

Die Sicherheit, mit der das erfindungsgemäß ermöglichte Arbeitsergebnis erreicht wird, kann dadurch verbessert werden, dass der Kaltverformungsgrad höchstens 15 %, insbesondere höchstens 10 %, beträgt.

Als Ausgangsprodukt für die Herstellung von erfindungsgemäßen Stahlprodukten lassen sich Warmbänder oder Kaltbänder nutzen. Die Warmbandherstellung kann dabei die üblichen Verfahrensschritte umfassen. So kann ein Stahl mit der erfindungsgemäßen Zusammensetzung zu Brammen, Dünnbrammen oder gegossenem Band vergossen werden. Diese Vorprodukte werden dann zu Warmband warmgewalzt, das zu Coils gehaspelt wird.

Nach dem Haspeln kann das erhaltene Warmband in erfindungsgemäßer Weise direkt zu einem erfindungsgemäßen Produkt kaltverformt werden. Alternativ kann das Warmband zunächst zu Kaltband kaltgewalzt werden, das anschließend rekristallisierend gegläht wird, bevor es wiederum als letztem Schritt des erfindungsgemäßen Verfahrens der Kaltverformung mit 2 % bis 25 % betragenden Kaltverformungsgraden unterzogen wird.

Ist insbesondere bei der Verwendung von Brammen eine Wiedererwärmung vor dem Warmwalzen erforderlich, so sollte die Wiedererwärmungstemperatur nicht unter 1100 °C liegen. In solchen Fällen dagegen, in denen das Ausgangsprodukt in einem kontinuierlichen Arbeitsablauf nach dem Gießen dem Warmwalzen zugeführt werden, kann dies auch ohne zwischengeschaltete Wiedererwärmung im Direkteinsatz erfolgen.

Indem das Warmband erfindungsgemäß mit mindestens 800 °C betragenden Warmwalzendtemperaturen warmgewalzt und bei niedrigen Temperaturen gehaspelt wird, wird die positive Wirkung des Kohlenstoffs und, sofern es anwesend ist, insbesondere des Bors im vollen Umfang genutzt. So bewirken Bor und Kohlenstoff bei in diesem Bereich warmgewalzten Blechen höhere Zugfestigkeits- und Streckgrenzen-Werte bei

nach wie vor akzeptablen Bruchdehnungswerten. Mit zunehmender Warmwalzendtemperatur nehmen Zugfestigkeit und Streckgrenze ab, während die Dehnungswerte ansteigen. Durch Variation der Walzendtemperaturen im durch die Erfindung vorgegebenen Rahmen lassen sich so die gewünschten Eigenschaften des erhaltenen Stahlblechs gezielt und auf einfache Weise beeinflussen.

Durch die Beschränkung der Haspeltemperatur auf Werte von maximal 700 °C wird eine Werkstoffversprödung sicher vermieden. Es ist festgestellt worden, dass es bei höheren Haspeltemperaturen zur Bildung von Sprödphasen kommen kann, welche beispielsweise Materialabplatzungen nach sich ziehen können und als solche die Weiterverarbeitung erschweren oder sogar unmöglich machen.

Wird das Stahlprodukt aus einem Kaltband erzeugt, so liegt der Kaltwalzgrad beim der Rekristallisationsglühung vorangehenden Kaltwalzen bevorzugt im Bereich von 30 % bis 75 %, um die optimierten Verformungs- und Festigkeitseigenschaften des fertigen erfindungsgemäßen Stahlprodukts sicher zu erreichen.

Die Glühtemperaturen bei der Rekristallisationsglühung liegen bevorzugt zwischen 600 °C bis 1100 °C. Die Glühung kann dabei in der Haube im Temperaturbereich von 600 °C bis 750 °C oder im Durchlaufglühofen bei Temperaturen von 750 °C bis 1100 °C durchgeführt werden.

Aufgrund des auf Gehalte oberhalb von 2,50 Gew.-%, bevorzugt oberhalb von 2,70 Gew.-%, beschränkte Si-Gehalte weisen erfindungsgemäße Stahlbleche eine gegenüber solchen Leichtstahlblechen oder -blechen, die geringere Si-Gehalte

besitzen, eine verbesserte Kaltwalzbarkeit auf. Die hohe Zugabe von Si drückt sich in gleichmäßigeren Streckgrenzen- und Zugfestigkeitswerten sowie in höheren Bruchdehnungs- und Gleichmaßdehnungswerten aus. Silizium führt in erfindungsgemäßen Stählen darüber hinaus zu höheren r- und n-Werten sowie zu einer isotropen Ausbildung der mechanischen Eigenschaften. Die Obergrenze der aus Al- und Si-Gehalten gebildeten Summe liegt bei 12 %, da eine über diese Grenze hinausgehende Summe der Al- und Si-Gehalte die Gefahr einer Versprödung mit sich bringen würde.

Überraschend hat sich herausgestellt, dass die gezielte Zugabe von Bor bei erfindungsgemäßen Stählen zu einer Verbesserung der Eigenschaften und der Herstellbarkeit führen kann. Daher ist gemäß einer vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung vorgesehen, dass der Stahl Gehalte an Bor aufweist. Sofern Bor zur Verbesserung der Abstimmung von Streckgrenze und Verformbarkeit zugegeben wird, kann dazu der Bor-Gehalt im Bereich von 0,002 Gew.-% bis 0,01 Gew.-%, insbesondere 0,003 bis 0,008 Gew.-%, liegen.

Die günstigen Einflüsse der Legierung auf die mechanisch-technologischen Eigenschaften erfindungsgemäßer Stahlbleche können dadurch noch unterstützt werden, wenn ein Mindestmaß von 0,10 Gew.-% an Kohlenstoff im erfindungsgemäßen Stahl nachweisbar ist.

Aufgrund ihres besonderen Eigenschaftsspektrums lassen sich aus in erfindungsgemäßer Weise insbesondere erzeugten Kaltbandprodukten besonders gut tragende sowie crashrelevante Karosseriebauteile für Fahrzeuge herstellen. Diese können bei geringem Gewicht beispielsweise zum besonders wirksamen Schutz der Insassen eines Fahrzeugs

eingesetzt werden. Erfindungsgemäß hergestellte Produkte zeichnen sich in diesem Zusammenhang durch ein besonders hohes Energieabsorptionsvermögen bei plötzlich auftretender Belastung aus.

Das geringe Gewicht bei gleichzeitig guter Verformbarkeit und Festigkeit macht es darüber hinaus möglich, aus erfindungsgemäß erzeugten Produkten Räder für Fahrzeuge, insbesondere Kraftfahrzeuge, herzustellen.

Auch lassen sich aus erfindungsgemäß erzeugten Produkten Bauteile erzeugen, die im Bereich der Tieftemperaturtechnik eingesetzt werden. Das günstige Eigenschaftsspektrum erfindungsgemäß erzeugter Kaltbandprodukte bleibt auch bei niedrigen, im Bereich der Kryotechnik üblichen Temperaturen erhalten.

Das bei erfindungsgemäßer Herstellweise erzielte gute Energieabsorptionsvermögen macht das erfindungsgemäße Verfahren darüber hinaus besonders geeignet zur Herstellung von Produkten, die zur Herstellung von für den Schutz vor impulsförmig auftretender Belastungen bestimmten Schutzelementen verwendet werden.

Nachfolgend wird die Erfindung anhand von Ausführungsbeispielen erläutert.

Ein Leichtstahl mit (Angaben in Gew.-%) 0,0070 % C, 25,9 % Mn, 0,013 % P, 0,0006 % S, 2,83 % Si, 2,72 % Al, 0,0045 % N und als Rest Eisen sowie unvermeidbare Verunreinigungen, zu denen beispielsweise geringfügige Gehalte an Cu, Cr, Ni, As, Sn, Ti, V, Nb, B und Mg zählen, wurde zu Brammen vergossen.

Die Brammen wurden nach einer Wiedererwärmung auf 1150 °C bei einer 850 °C betragenden Warmwalzendtemperatur zu einem Warmband warmgewalzt und dann bei einer Haspeltemperatur von 500 °C gehaspelt. Anschließend wurde das Warmband zu Kaltband mit einer Dicke von 1 mm bei einem Verformungsgrad von 65 % kaltgewalzt. Nach dem Kaltwalzen wurde das Kaltband bei einer Temperatur von 950 °C im Durchlauf rekristallisierend gegläht.

In diesem Zustand war das Kaltband isotrop. Seine jeweils in Längsrichtung ermittelten mechanischen Eigenschaften sind in Tabelle 1 eingetragen (Kaltverformungsgrad = 0 %).

Kaltver- formungsgrad	R _{p0,2}	R _m	A _g	A ₈₀	n	r
[%]	[MPa]	[MPa]	[%]	[%]		
0	326	657	52,8	58,8	0,373	0,93
2,5	400	675	47,5	53,4	0,307	0,90
5	464	699	41,8	48,2	0,257	0,85
10	568	748	30,9	40,5	0,199	0,80
30	870	1039	3,0	12,1	-	-
50	1051	1225	2,9	5,4	-	-

Tabelle 1

Zum Nachweis der Wirkung der Erfindung wurden nach dem Rekristallisationsglühen Teilstücke des Kaltbandes mit einem Verformungsgrad von 2,5 %, 5 %, 10 %, 30 % bzw. 50 % kaltgewalzt. Die für jedes der Teilstücke jeweils in Längsrichtung ermittelten mechanischen Eigenschaften sind ebenfalls in Tabelle 1 eingetragen.

Es zeigte sich, dass beim nach dem Nachwalzen erhaltenen Kaltbandprodukt eine optimale Kombination aus Dehnungs- und

Streckgrenzen dann erreicht wird, wenn beim Nachwalzen des Kaltbandes ein Kaltverformungsgrad von 10 % eingehalten wurde. So konnte bis zum Kaltverformungsgrad von 10 % die Streckgrenze $R_{p0,2}$ um mehr als 70 % angehoben und die Zugfestigkeit R_m um mehr als 10 % verbessert werden. Die Werte der Gleichmaßdehnung A_g , der A_{80} -Dehnung, des r -Wertes und des n -Wertes blieben dabei auf einem Niveau, welches weit oberhalb dessen liegt, was bei konventionellen Stählen vergleichbarer Streckgrenze erreicht wird. Erst bei einem Kaltverformungsgrad von 30 % kommt es zu einem dramatischen Abfall der Dehnungseigenschaften.

In einem anderen Versuch wurde ein weiteres, hinsichtlich seiner Zusammensetzung und der bis zum Abschluss seiner rekristallisierenden Glühung absolvierten Arbeitsschritte mit dem voranstehend erläuterten Kaltband übereinstimmendes Kaltband erzeugt. Aus einem Abschnitt dieses Kaltbandes ist dann, ohne zuvor eine Kaltverformung durchzuführen, ein hohlprofilförmiger Crashkörper erzeugt worden. Ein anderes Teilstück des rekristallisierungsgeglühten Kaltbandes ist dagegen in erfindungsgemäßer Weise mit einem Kaltverformungsgrad von 7 % durch Nachwalzen kaltverformt worden. Aus dem derart erfindungsgemäß erzeugten Kaltbandprodukt ist dann ebenfalls ein hohlprofilförmiger Crashkörper hergestellt worden.

Die beiden ca. 150 kg schweren Crashkörper sind anschließend in einem Fallversuch, bei dem sie mit einer Fallgeschwindigkeit von 50 km/h auf ein Hindernis trafen, hinsichtlich ihres Energieaufnahmevermögens untersucht worden. Es zeigte sich, dass der aus dem erfindungsgemäß nachgewalzten Kaltbandprodukt hergestellte Crashkörper trotz des Umstandes, dass seine Wandstärke aufgrund der zusätzlichen Kaltverformung deutlich gegenüber der des

anderen Crashkörpers vermindert war, ein deutlich besseres Energieabsorptionsvermögen besaß.

In einem dritten Versuch wurde schließlich wiederum basierend auf der oben angegebenen Zusammensetzung und unter Anwendung der bereits erläuterten Verfahrensschritte ein rekristallisierungsgeglühtes Kaltband erzeugt. Das so beschaffene Kaltband ist dann durch Streckziehen in erfindungsgemäßer Weise kaltverformt worden. Der dabei erreichte Kaltverformungsgrad betrug wiederum 10 %. Durch diese Kaltverformung konnte die Streckgrenze von 320 MPa im nur rekristallisierungsgeglühten Zustand auf 520 MPa nach der auf die Rekristallisierungsglühung folgenden Kaltverformung gesteigert werden. Die Zugfestigkeiten stiegen gleichzeitig von 640 MPa auf 710 MPa. Der r-Wert wurde kaum beeinflusst. Die Dehnungswerte nahmen mit zunehmendem Verformungsgrad zwar von 60 % auf ca. 50 % und der n-Wert von 0,39 auf 0,27 ab. Auch diese Werte lagen jedoch weit oberhalb der Dehnungseigenschaften und n-Werte, die bei vergleichbar höherfesten, konventionell erzeugten Stählen der gleichen Streckgrenzenklasse festgestellt werden können. Auch bei einer Kaltverformung des Kaltbandes durch Streckziehen wies das erhaltene Produkt somit eine optimale Kombination aus Streckgrenze- und Dehnungswerten auf.

SI/cs 021321WO
16. September 2003

P A T E N T A N S P R Ü C H E

1. Verfahren zum Herstellen eines Stahlproduktes,
insbesondere eines Stahlblechs oder -bands, mit hoher
Streckgrenze,

- bei dem aus einem Stahl, der (in Gewichts-%):

C: $\leq 1,00 \%$,

Mn: $7,00 - 30,00 \%$,

Al: $1,00 - 10,00 \%$,

Si: $> 2,50 - 8,00 \%$,

Al + Si: $> 3,50 - 12,00 \%$,

B: $< 0,01 \%$,

Ni: $< 8,00 \%$,

Cu: $< 3,00 \%$,

N: $< 0,60 \%$,

Nb: $< 0,30 \%$,

Ti: $< 0,30 \%$,

V: $< 0,30 \%$,

P: $< 0,01 \%$

und als Rest Eisen und unvermeidbare Verunreinigungen
enthält, ein Stahlband oder -blech erzeugt wird,

- aus dem anschließend durch eine mit einem
Kaltverformungsgrad von 2% bis 25% erfolgende
Kaltverformung das Stahlprodukt fertig hergestellt
wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, d a d u r c h
g e k e n n z e i c h n e t, d a s s der
Kaltverformungsgrad höchstens 15 % beträgt.
3. Verfahren nach Anspruch 2, d a d u r c h
g e k e n n z e i c h n e t, d a s s der
Kaltverformungsgrad höchstens 10 % beträgt.
4. Verfahren nach einem der voranstehenden Ansprüche,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, d a s s
das Stahlband als Warmband zu dem Produkt kaltverformt
wird.
5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, d a s s
das Stahlband als Kaltband zu dem Produkt kaltverformt
wird.
6. Verfahren nach einem der voranstehenden Ansprüche,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, d a s s
die Erzeugung des Stahlbands oder -blechs folgende
Arbeitsschritte umfasst:
 - Vergießen des Stahls zu einem Vormaterial, wie
Brammen, Dünnbrammen oder gegossenes Band,
 - Warmwalzen des Vormaterials zu einem Warmband,
 - Haspeln des Warmbands.

7. Verfahren nach Anspruch 6, d a d u r c h
g e k e n n z e i c h n e t, d a s s das Vormaterial
vor dem Warmwalzen auf mindestens 1100 °C wiedererwärmt
wird.
8. Verfahren nach Anspruch 6, d a d u r c h
g e k e n n z e i c h n e t, d a s s das Vormaterial
mit einer mindestens 1100 °C betragenden Temperatur
direkt zum Warmwalzen eingesetzt wird.
9. Verfahren nach einem der Ansprüche 6 bis 8,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, d a s s
die Endtemperatur des Warmwalzens mindestens 800 °C
beträgt.
10. Verfahren nach einem der Ansprüche 6 bis 9,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, d a s s
die Haspeltemperatur 450 °C bis 700 °C beträgt.
11. Verfahren nach einem der Ansprüche 6 bis 10,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, d a s s
das Warmband zu einem Kaltband kaltgewalzt wird,
d a s s das Kaltband rekristallisierend gegläht wird,
und d a s s das Kaltband nach dem
rekristallisierenden Glühen fertig kaltverformt wird.
12. Verfahren nach Anspruch 11, d a d u r c h
g e k e n n z e i c h n e t, d a s s die
rekristallisierende Glühung bei einer Glühtemperatur
von 600 °C bis 1100 °C durchgeführt wird.

13. Verfahren nach Anspruch 12, d a d u r c h
g e k e n n z e i c h n e t, d a s s die Glühung als
Haubenglühung bei einer 600 °C bis 750 °C betragenden
Glühtemperatur durchgeführt wird.
14. Verfahren nach Anspruch 12, d a d u r c h
g e k e n n z e i c h n e t, d a s s die Glühung als
Durchlaufglühung bei einer 750 °C bis 1100 °C
betragenden Glühtemperatur durchgeführt wird.
15. Verfahren nach einem der Ansprüche 11 bis 14,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, d a s s
das Kaltwalzen mit einem Kaltwalzgrad von 30 % bis 75 %
durchgeführt wird.
16. Verfahren nach einem der voranstehenden Ansprüche,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, d a s s
der Stahl mehr als 2,70 Gew.-% Silizium enthält.
17. Verfahren nach einem der voranstehenden Ansprüche,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, d a s s
der Stahl 0,002 Gew.-% bis 0,01 Gew.-% Bor enthält.
18. Verfahren nach Anspruch 17, d a d u r c h
g e k e n n z e i c h n e t, d a s s der Stahl 0,003
bis 0,008 Gew.-% Bor enthält.
19. Stahlblech nach einem der voranstehenden Ansprüche,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, d a s s
der Stahl 0,10 - 1,00 Gew.-% Kohlenstoff enthält.